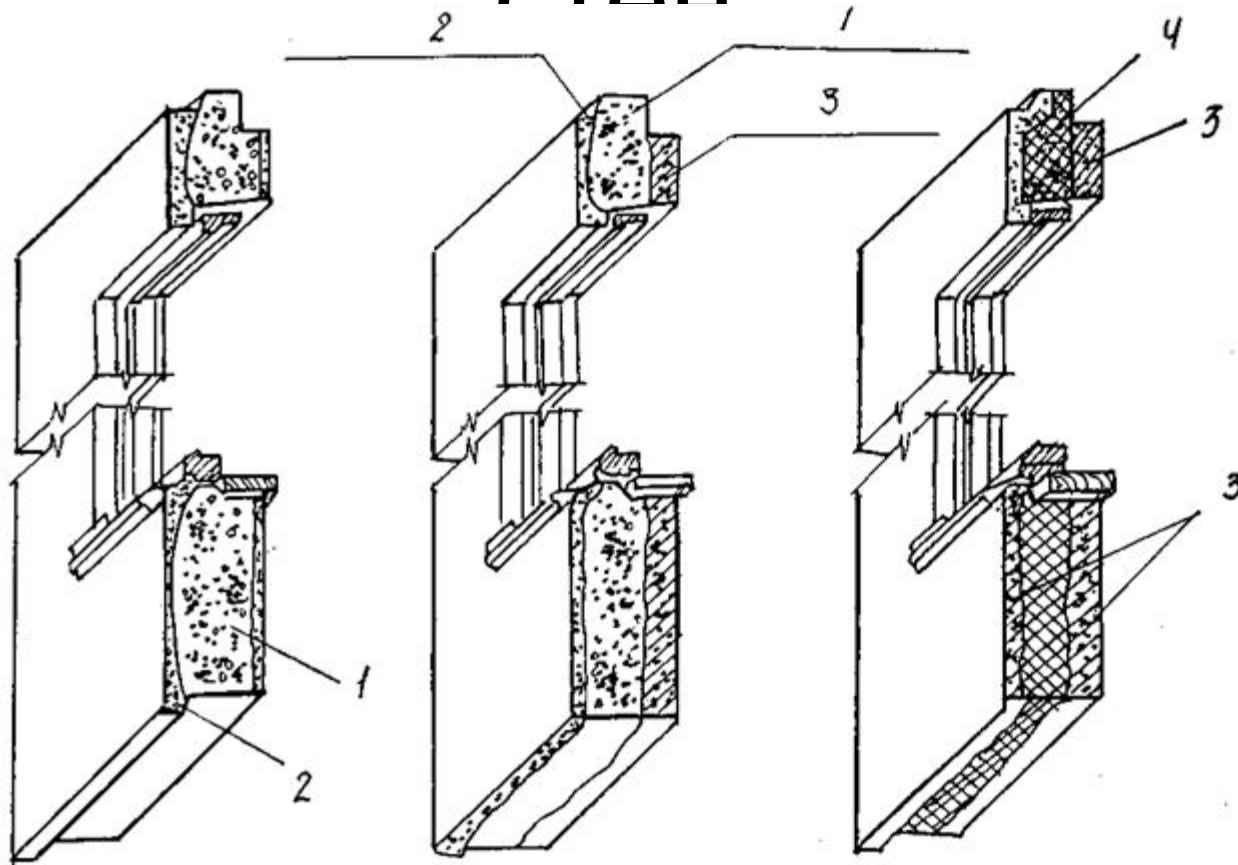


Наружные стены

**Теплотехнический расчет
наружных ограждающих конструкций**

Бетонные панели наружных

стен



а – однослойная; б – двухслойная; в - трехслойная;
1 – конструктивно – теплоизоляционный бетон; 2 – защитно –
отделочный слой; 3 – конструктивный бетон; 4 – эффективный
утеплитель

Однослойные панели

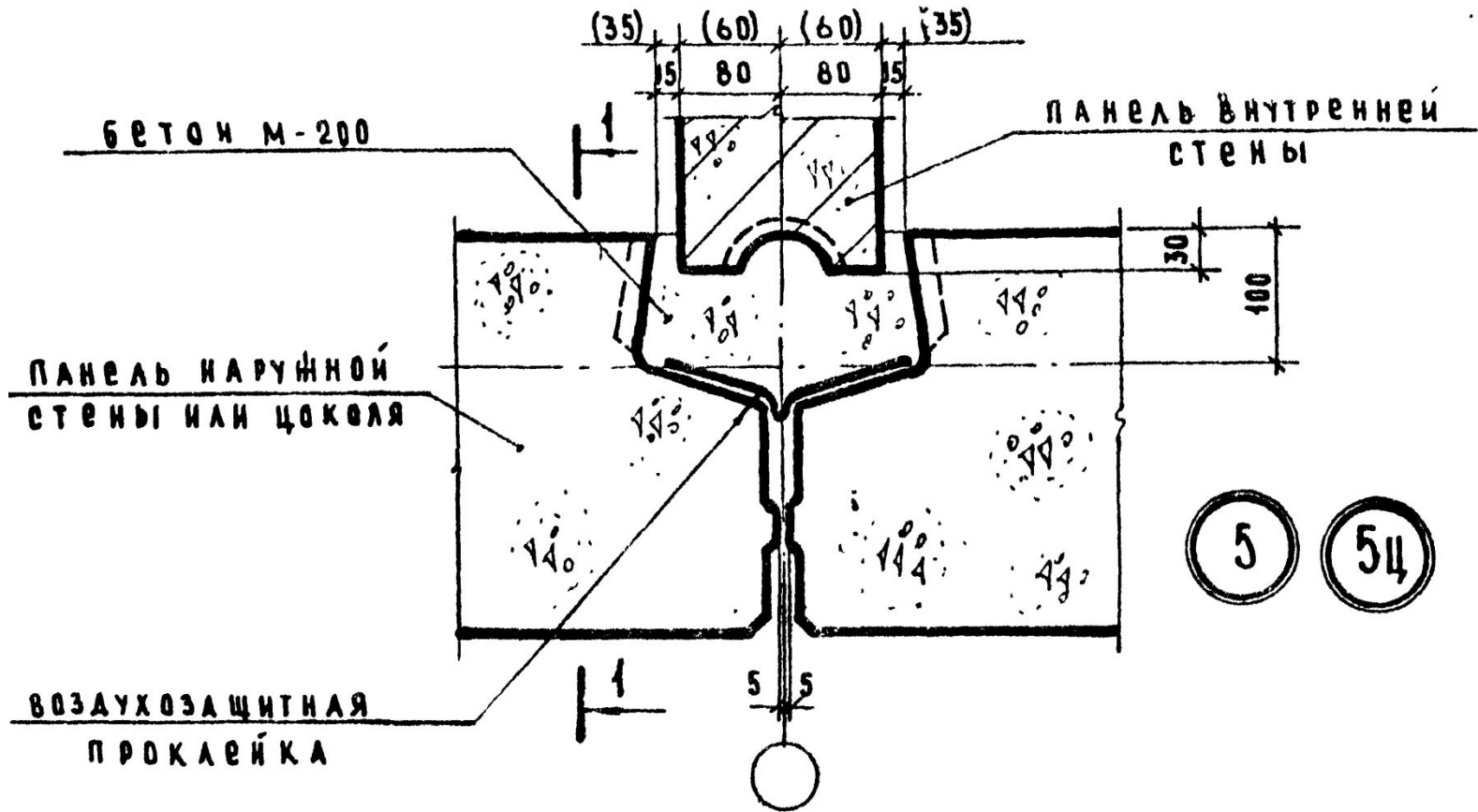
Типовые серии

- 1.132.1-15 вып.1. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 3 м, толщина 400 и 450 мм.
- 2.130-1 вып.17. Детали стен и перегородок жилых зданий. Наружные однослойные стены.
- 1.132.1-13 вып.0. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 2,8 м
- 1.100.1-7 вып.-2-1. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 2,8 м толщина 400 мм.

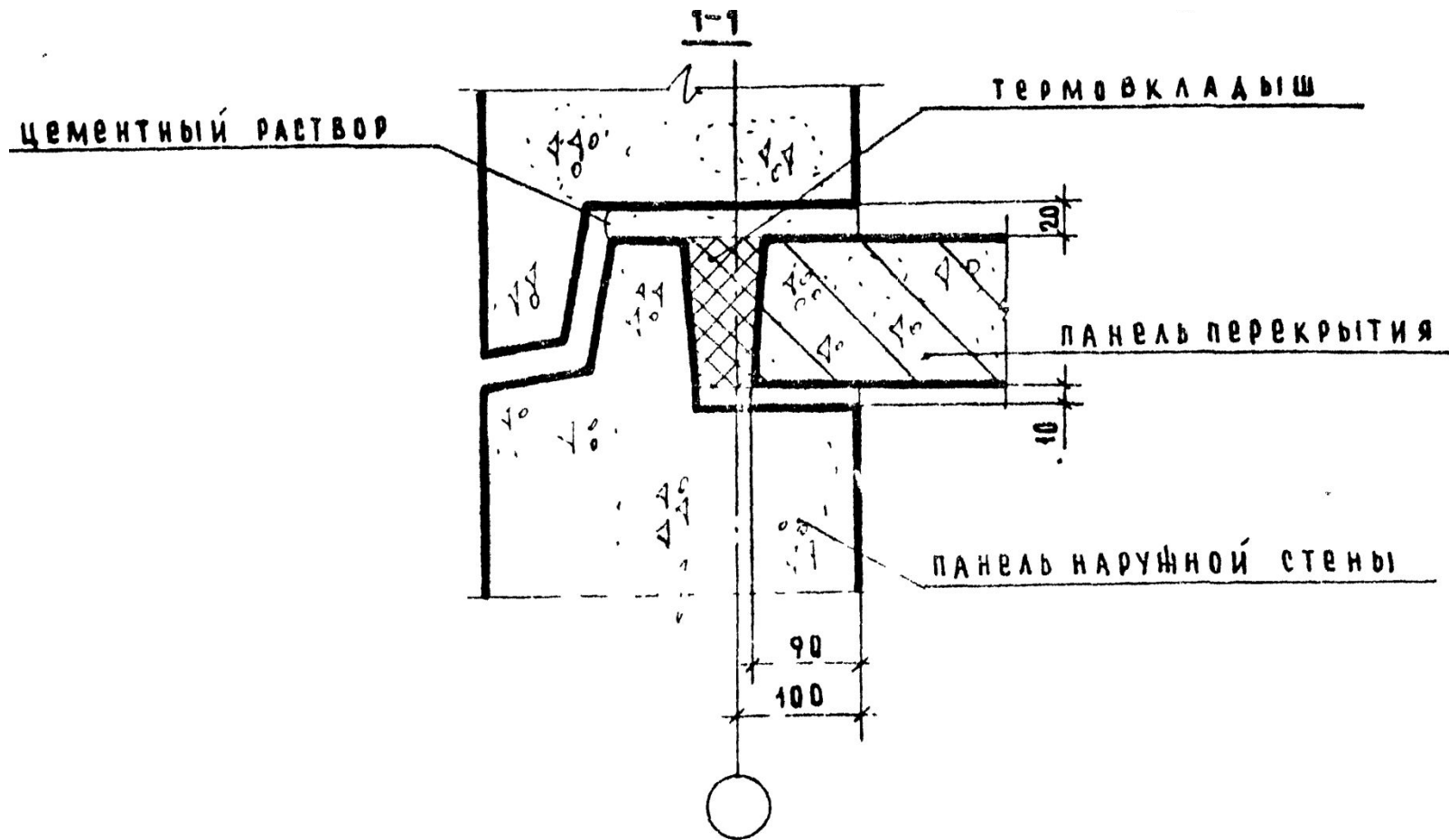
Конструктивное решение

- Панели выполняются из легкого бетона (керамзитобетонные, газобетонные, пенобетонные)
- Толщина панелей – 350 и 400 мм
- Наружный фактурный слой из цементного раствора -20 мм
- Внутренний отделочный слой толщиной 15 мм

Вертикальный стык



Горизонтальный стык



6ц

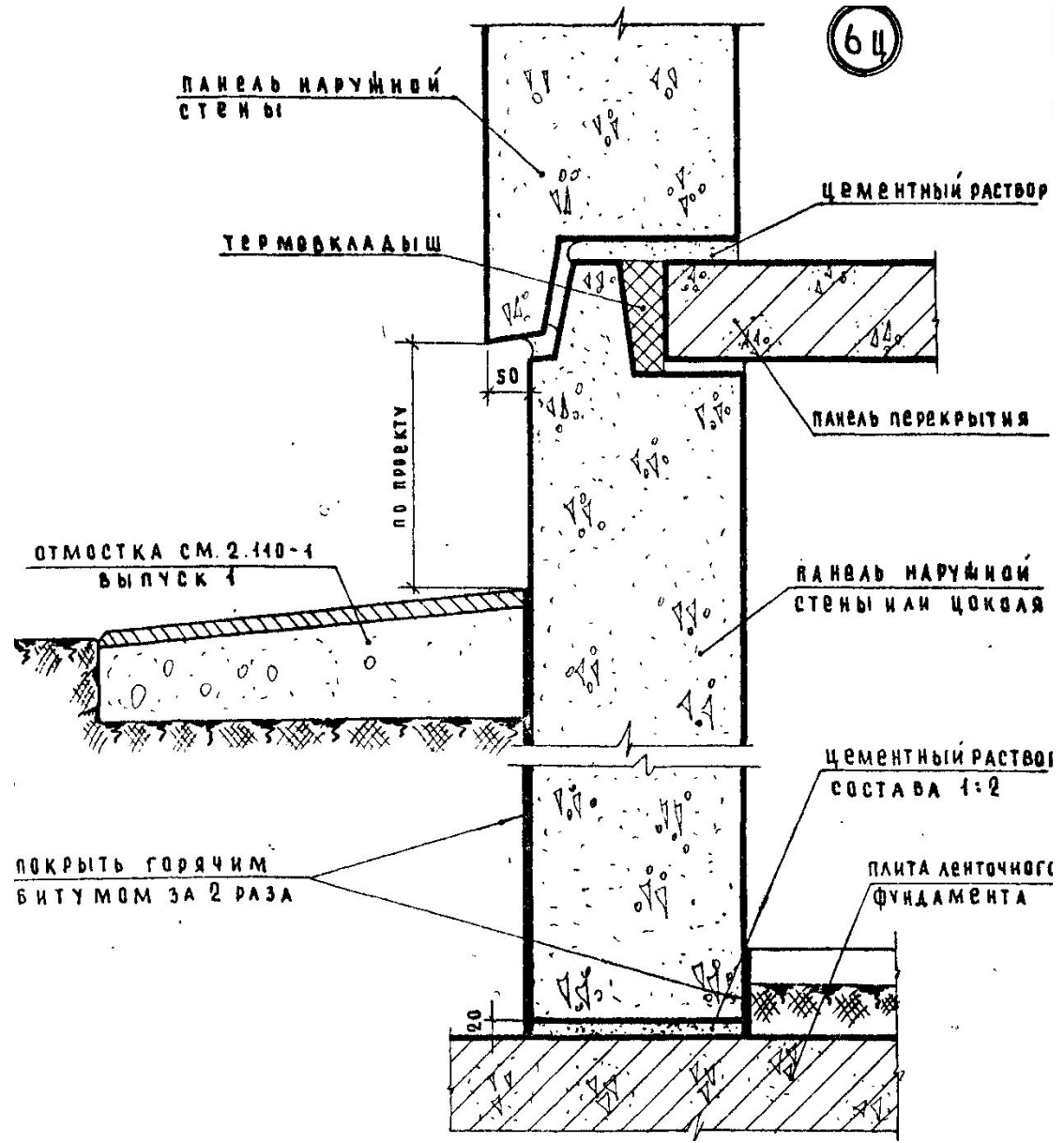
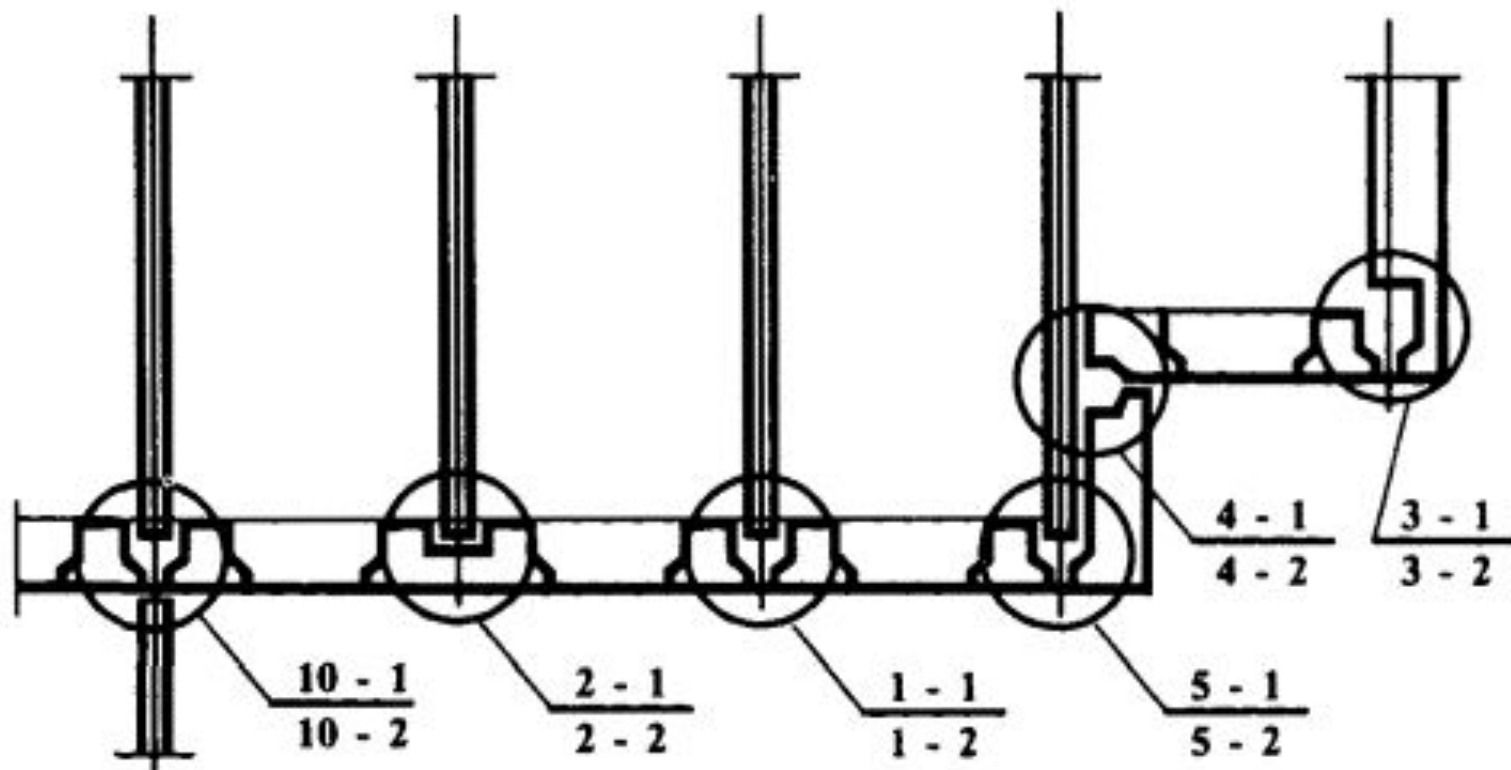
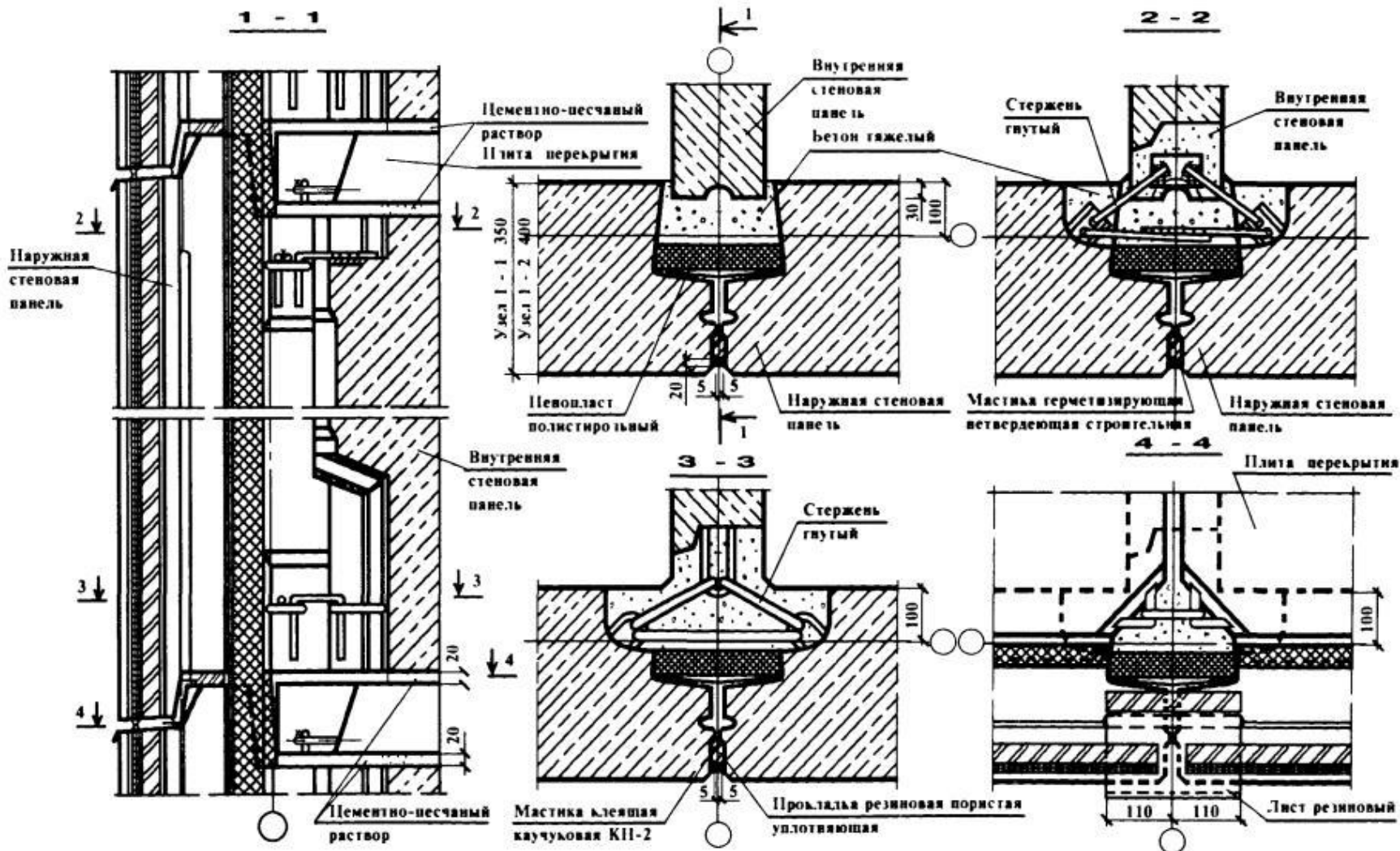


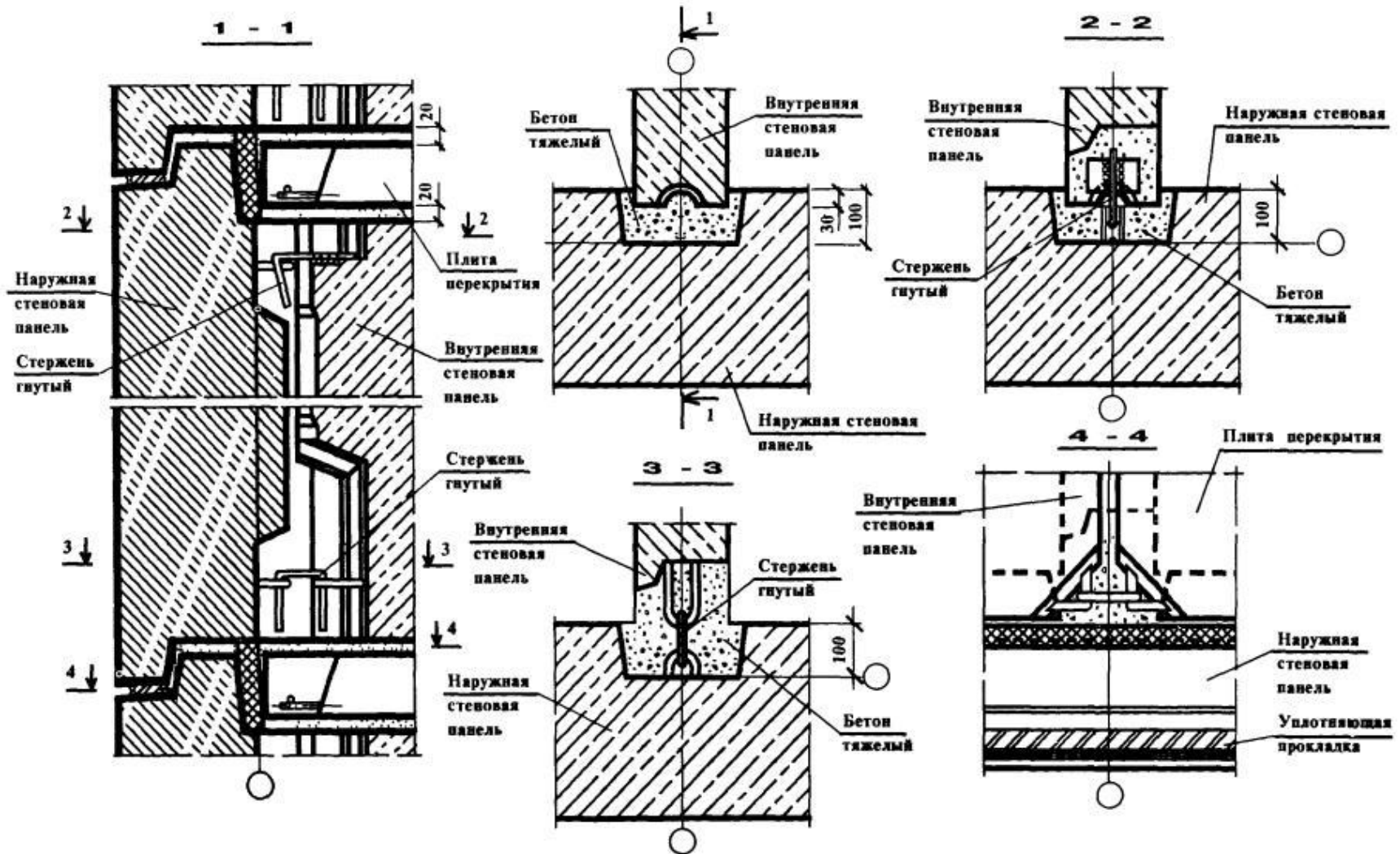
Схема размещения узлов



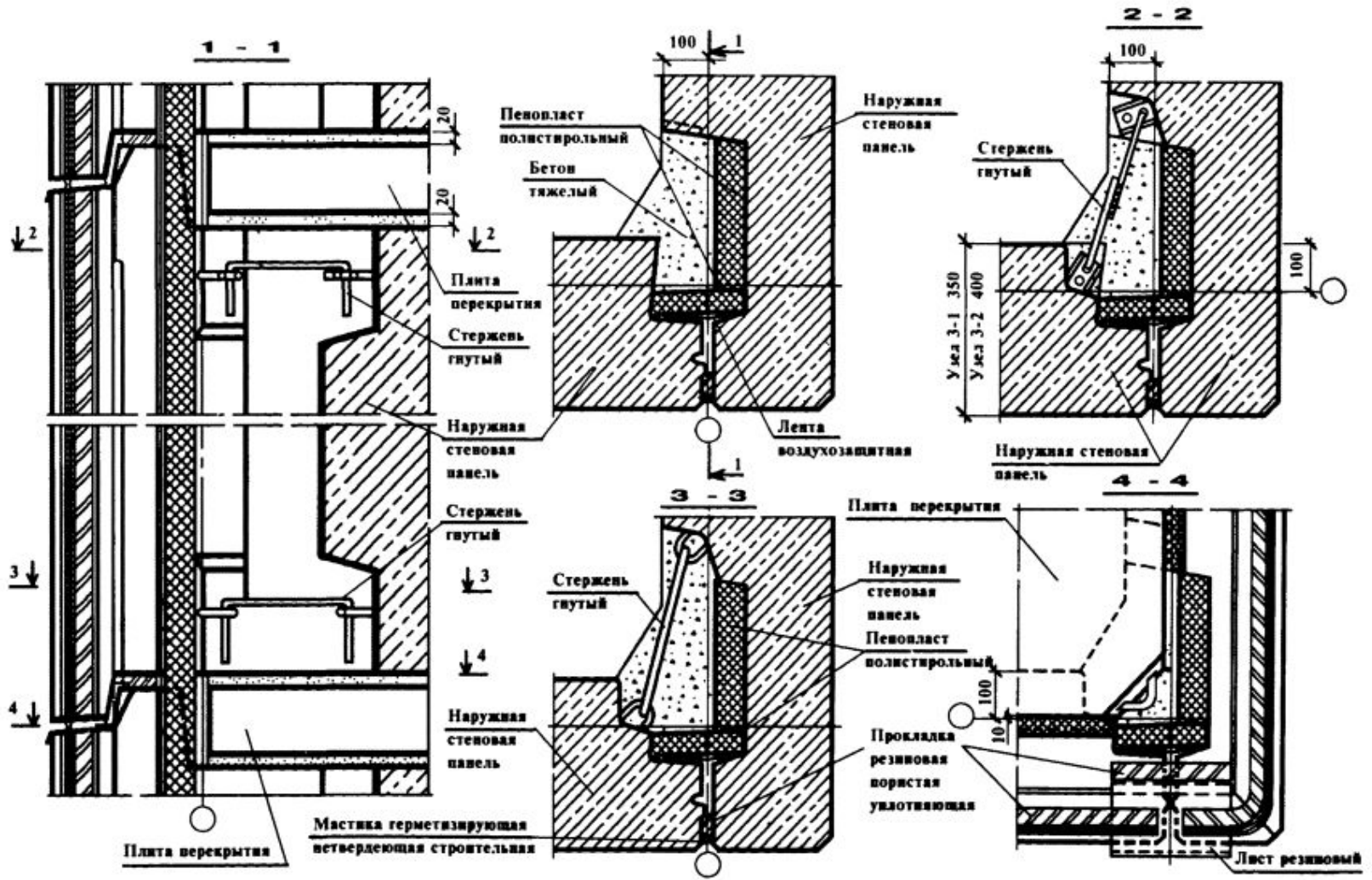
Узлы 1-1; 1-2



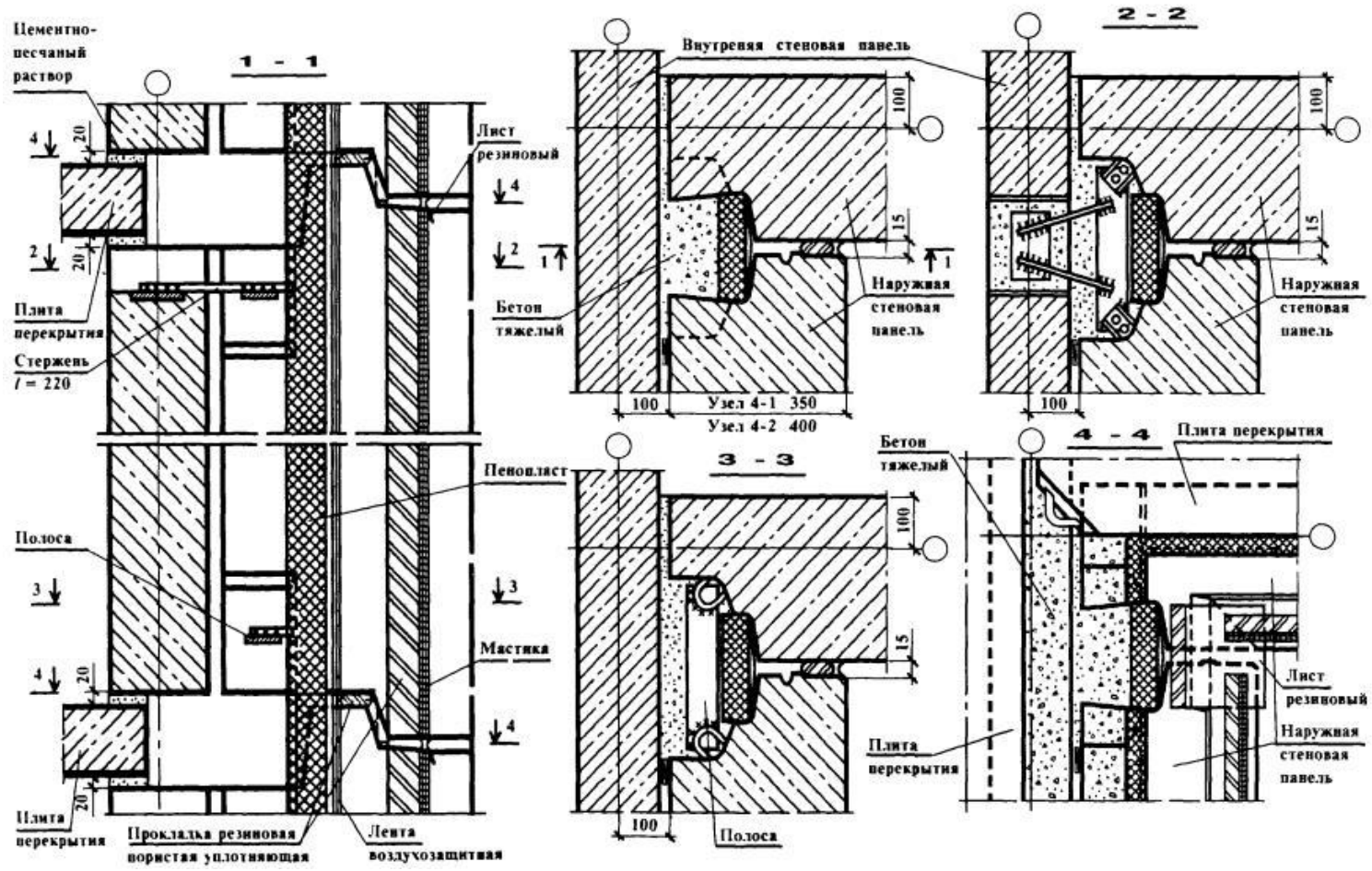
Узлы 2-1; 2-2



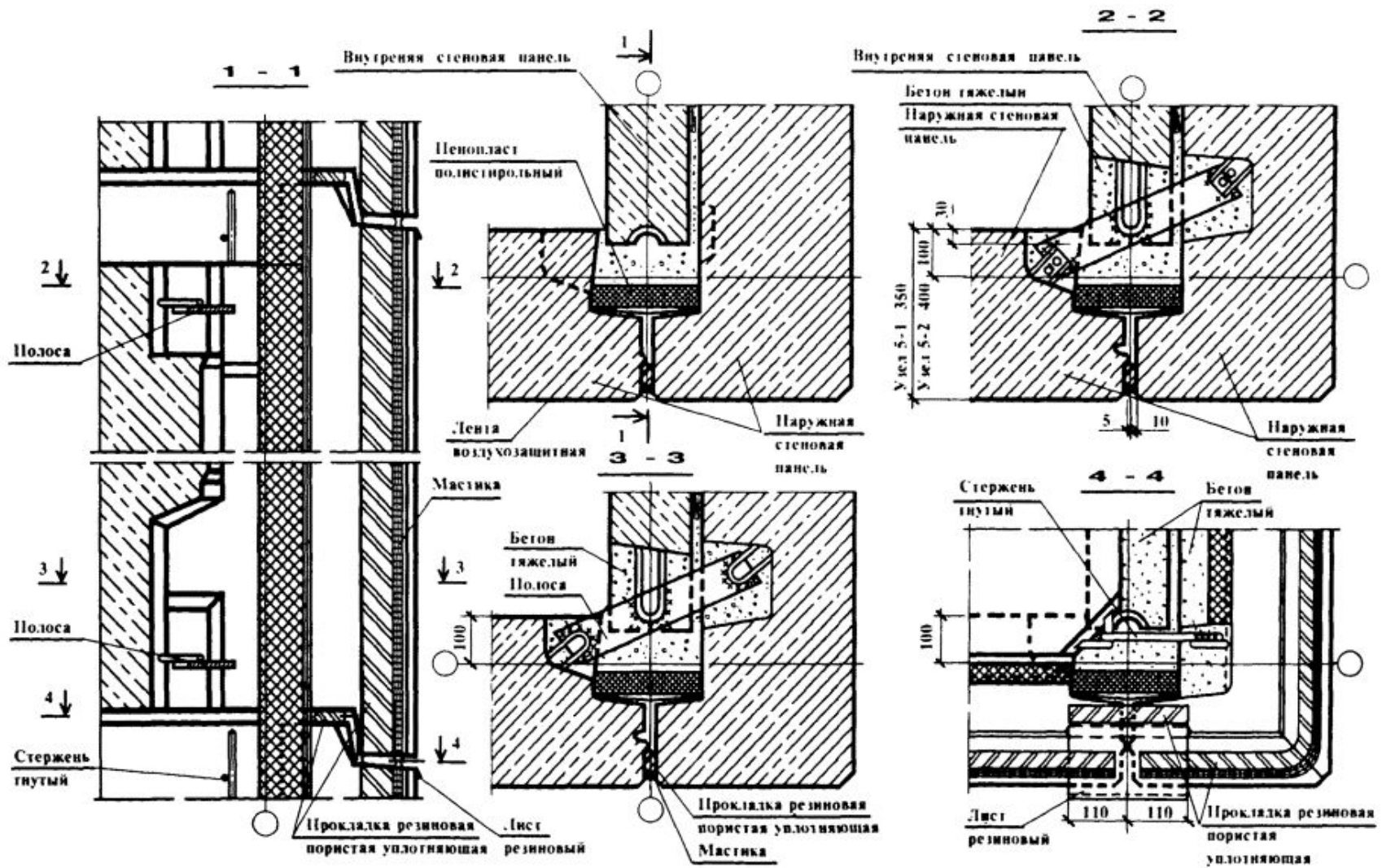
Узлы 3-1; 3-2



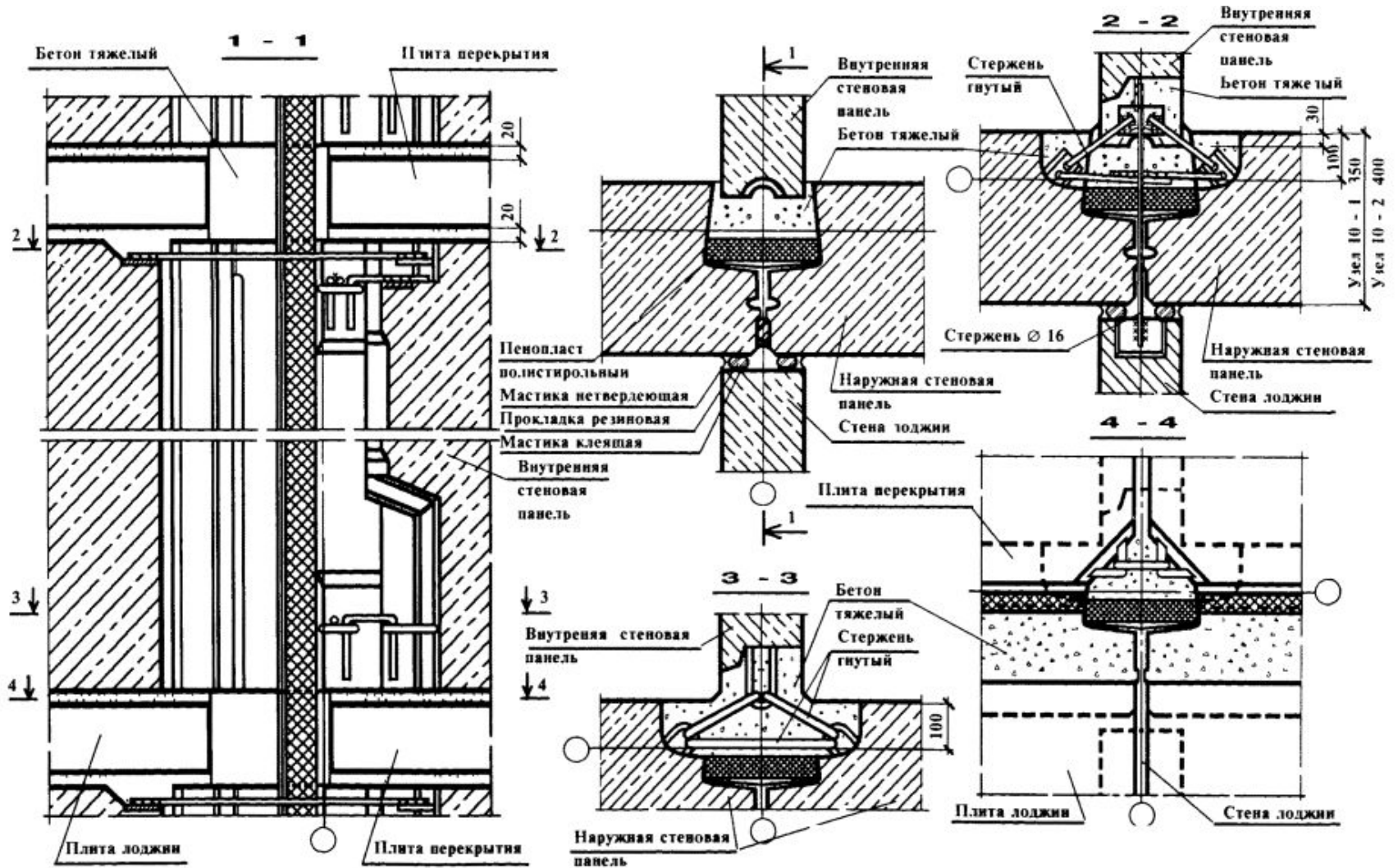
Узлы 4-1; 4-2



Узлы 5-1; 5-2



Узлы 10-1; 10-2



Наружная стеновая панель

Цементно-песчаный раствор

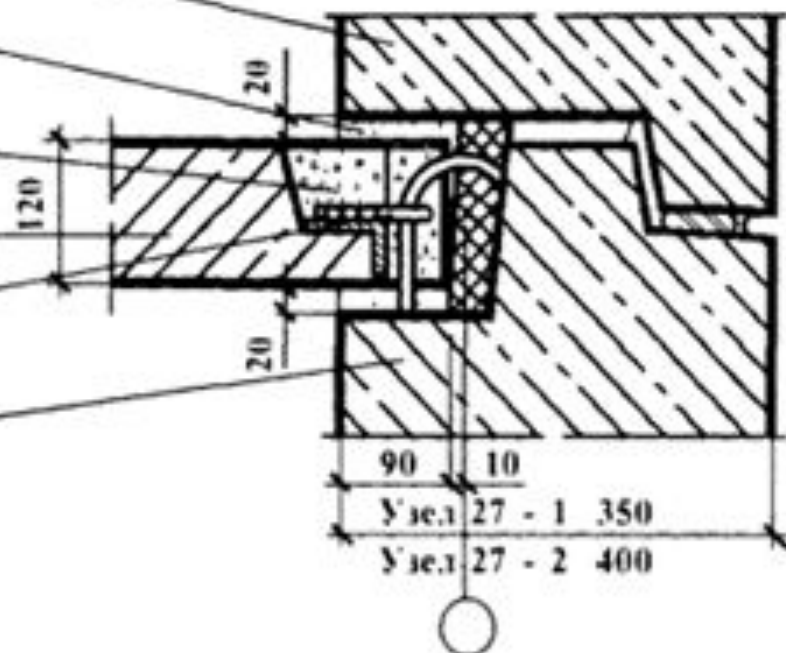
Бетон тяжелый

Плита перекрытия

Стержень гнутый

Наружная стеновая панель

1 - 1



Наружная стеновая панель

Внутренняя стеновая панель

Цементно-песчаный раствор

Бетон тяжелый

Плита перекрытия

120

20

Стержень гнутый

20

Внутренняя стеновая панель

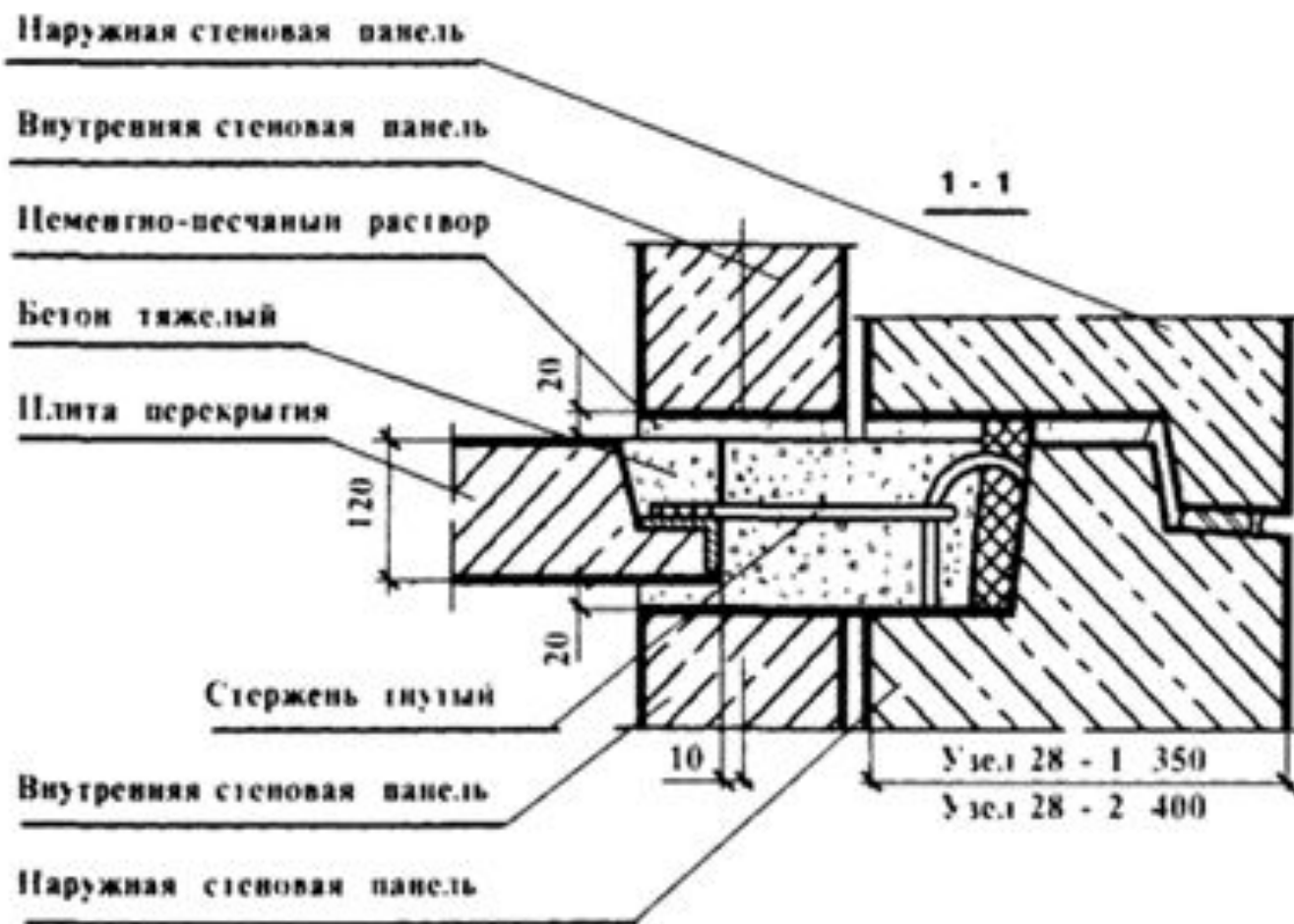
10

Наружная стеновая панель

1 - 1

Узел 28 - 1 350

Узел 28 - 2 400





Двухслойные панели

Типовые серии

- 1.832.1-18.93- СТЕНОВЫЕ ДВУХСЛОЙНЫЕ ПАНЕЛИ.
- ГОСТ 11024-84 Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.

Конструктивное решение

- Панели выполняются из двух слоев. Первый слой -тяжелый (легкий конструкционный) бетон, второй - конструкционно-тепло-изоляционный легкий бетон (керамзитобетон, пенобетон)
- Толщина панелей – 200, 250,300 и 400 мм
- Наружный фактурный слой из цементного раствора -20 мм
- Внутренний отделочный слой толщиной 15 мм

Трехслойные панели

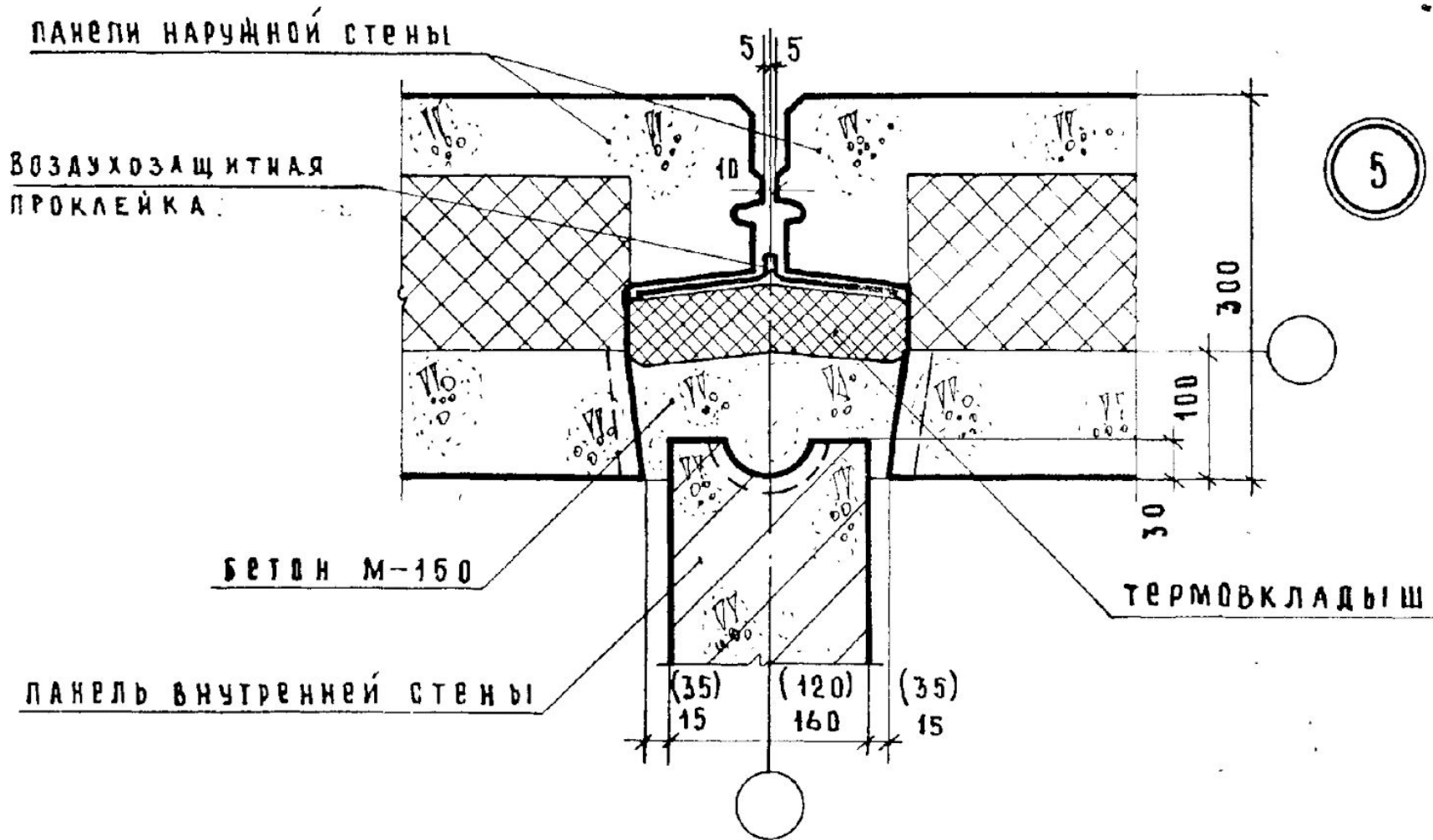
Типовые серии

- 2.130-1.вып.15. Детали стен и перегородок жилых зданий. Наружные несущие стены трехслойной конструкции.
- 1.131.1-21.98
- 1.100.1-7. вып 2-4. Трехслойные легкобетонные толщиной 350 мм.
- 1.100.1-7. вып 2-5. Трехслойные легкобетонные толщиной 350 мм.
- 1.100.1-7. вып 2-8. Трехслойные из тяжелого бетона толщиной 400 мм.

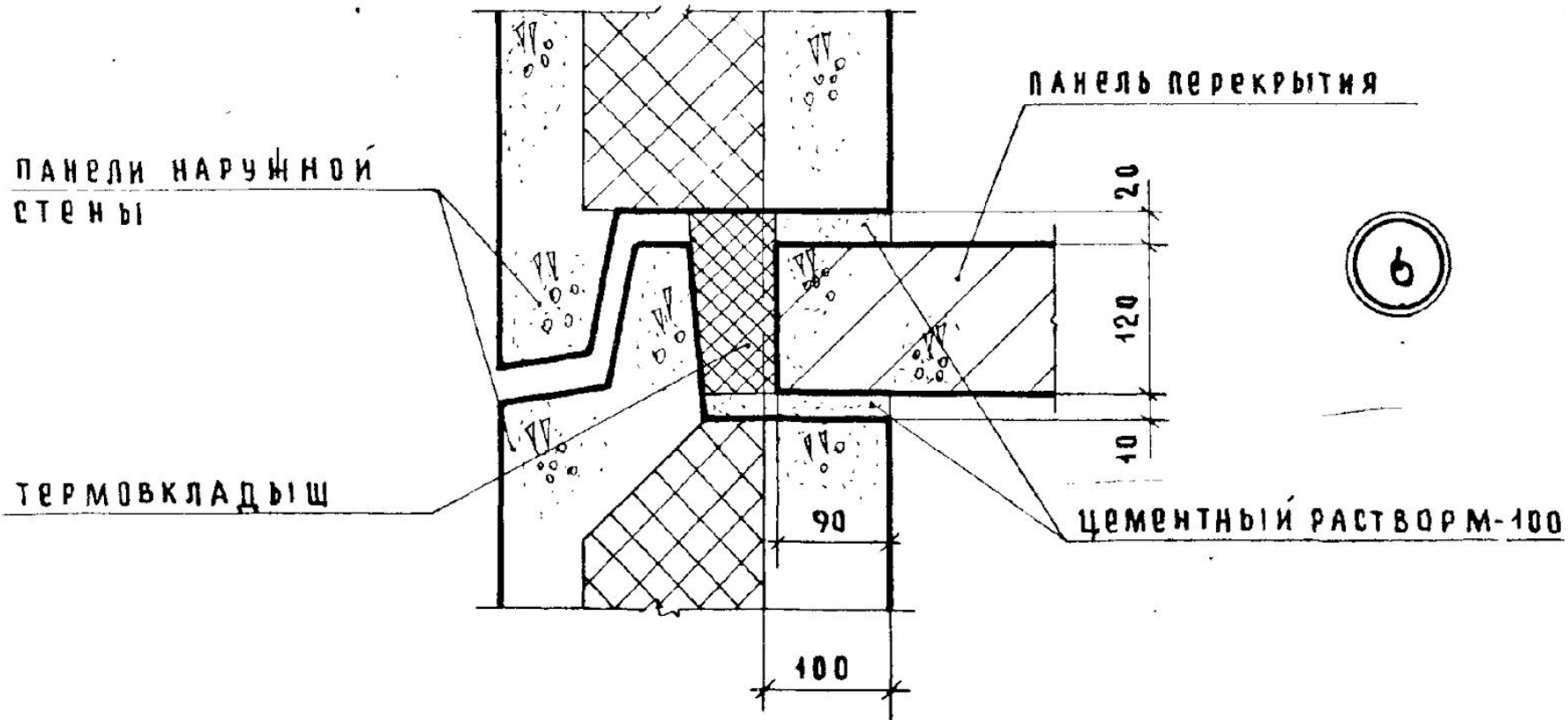
Трехслойные панели

- Панели состоят из двух внешних (внутреннего и наружного) бетонных армированных слоев и среднего утепляющего слоя из плит утеплителя. Соединяются бетонные слои между собой гибкими или жесткими дискретными связями.
- Внутренний бетонный слой панелей — несущий (100мм), наружный — навесной, выполняющий только функции ограждающих конструкции (80, 100, 120, 160мм).

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТЫК



ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СТЫК

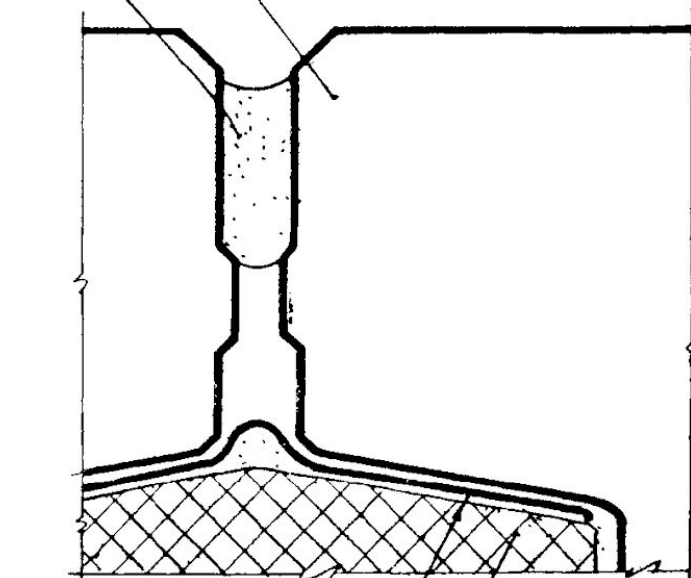


Герметизируемые стыки

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ

ЗАЧЕКАНИТЬ ЦЕМЕНТНЫМ
РАСТВОРОМ М 100

ЦОКОЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ
НАРУЖНОЙ СТЕНЫ



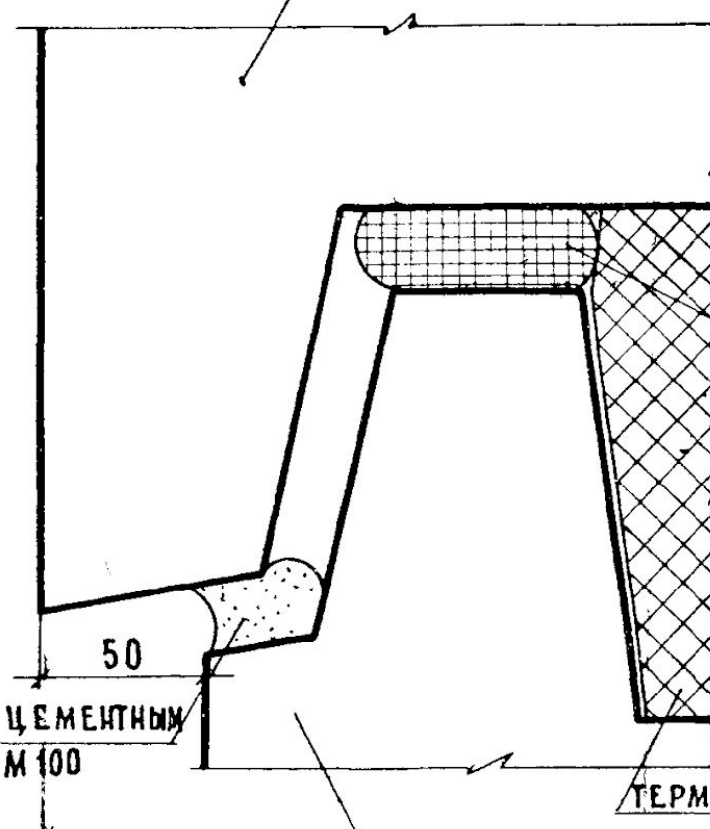
ВОЗДУХОЗАЩИТНАЯ
ПРОКЛАЙКА
ТЕРМОВКЛАДЫШ

ЗАЧЕКАНИТЬ ЦЕМЕНТНЫМ
РАСТВОРОМ М 100

с (1ц) по (4ц)

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ

ПАНЕЛЬ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ



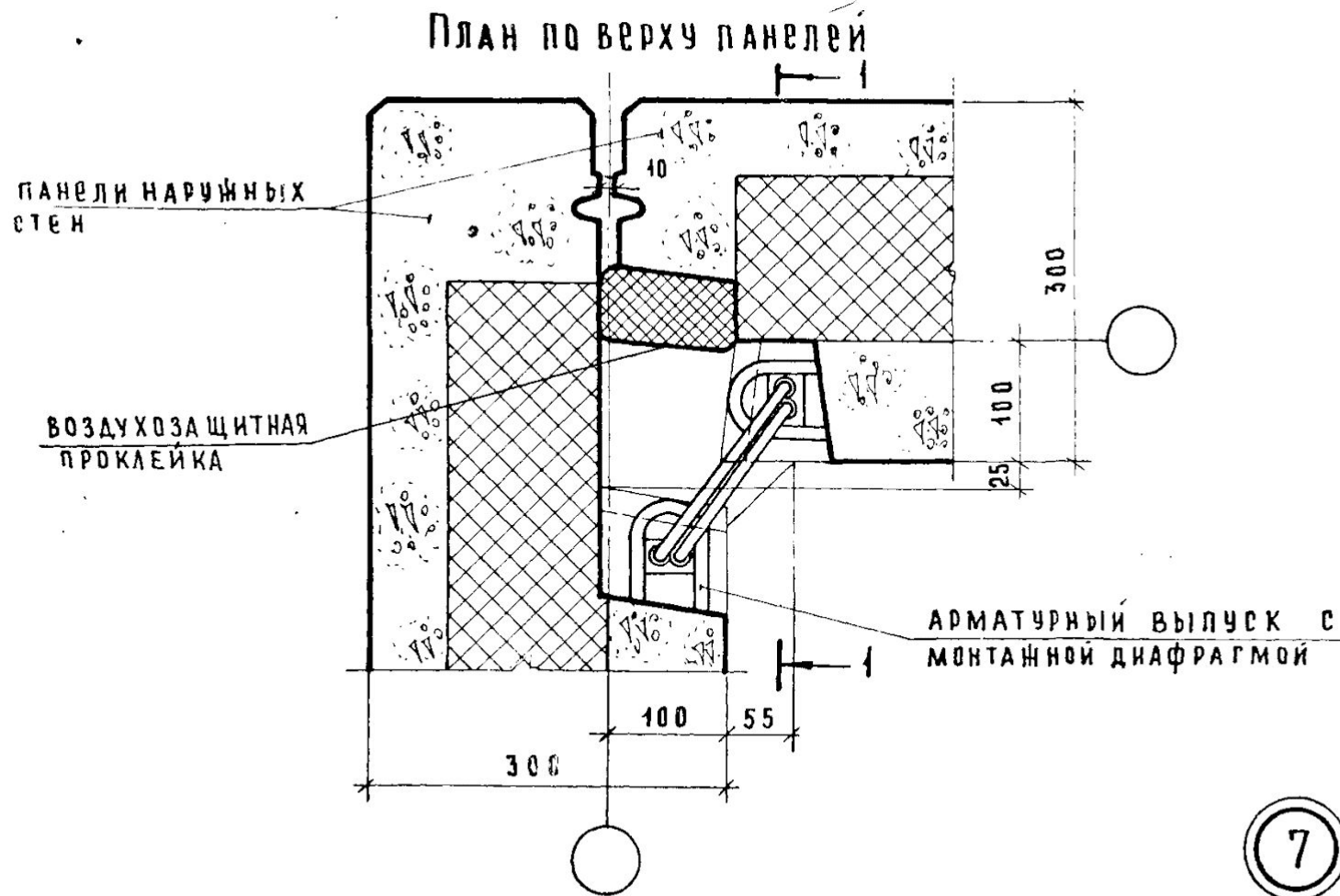
УПРУГАЯ
ПРОКЛАДКА

50

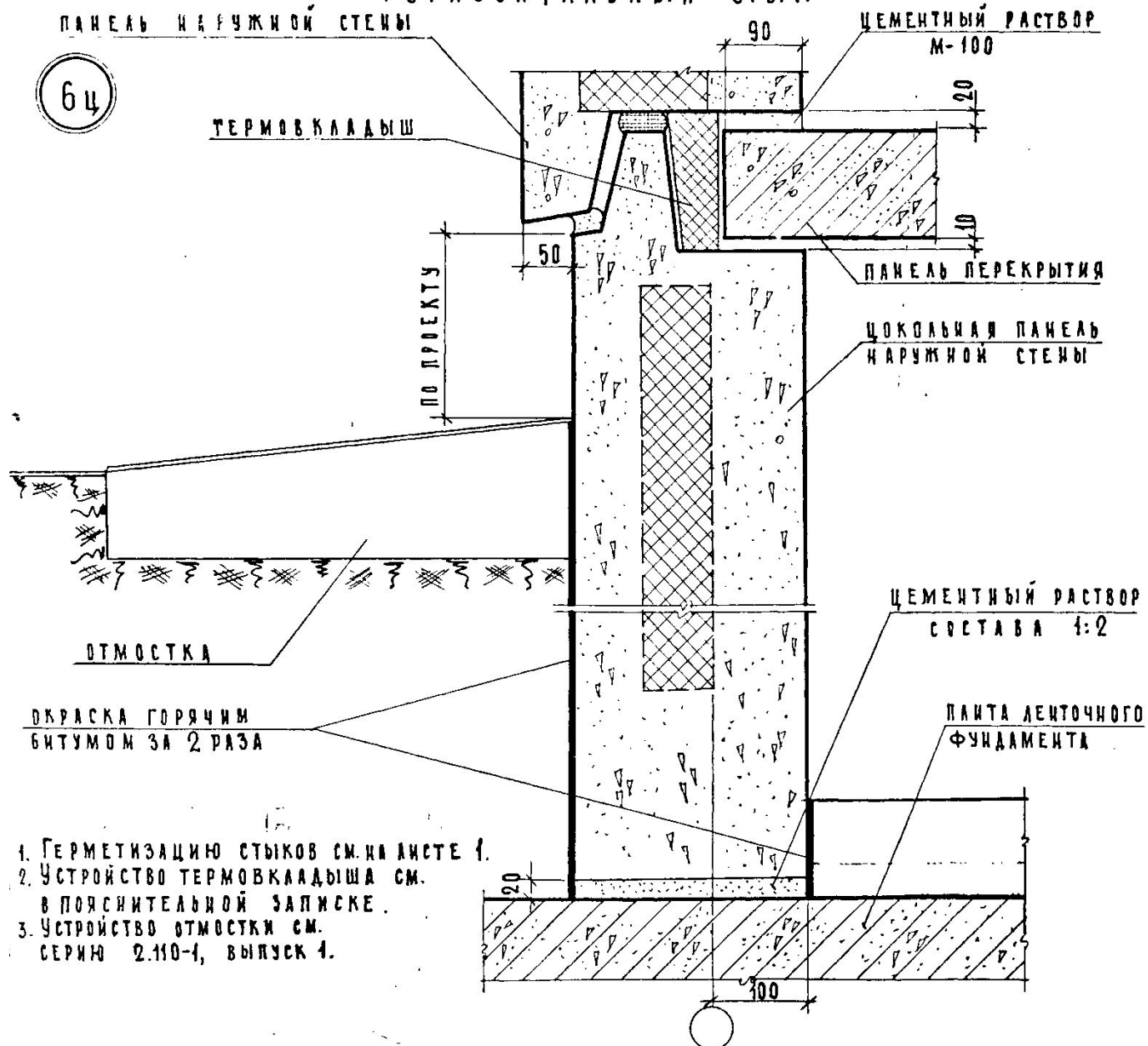
ТЕРМОВКЛАДЫШ

ЦОКОЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ
НАРУЖНОЙ СТЕНЫ

УГЛОВОЙ СТЫК

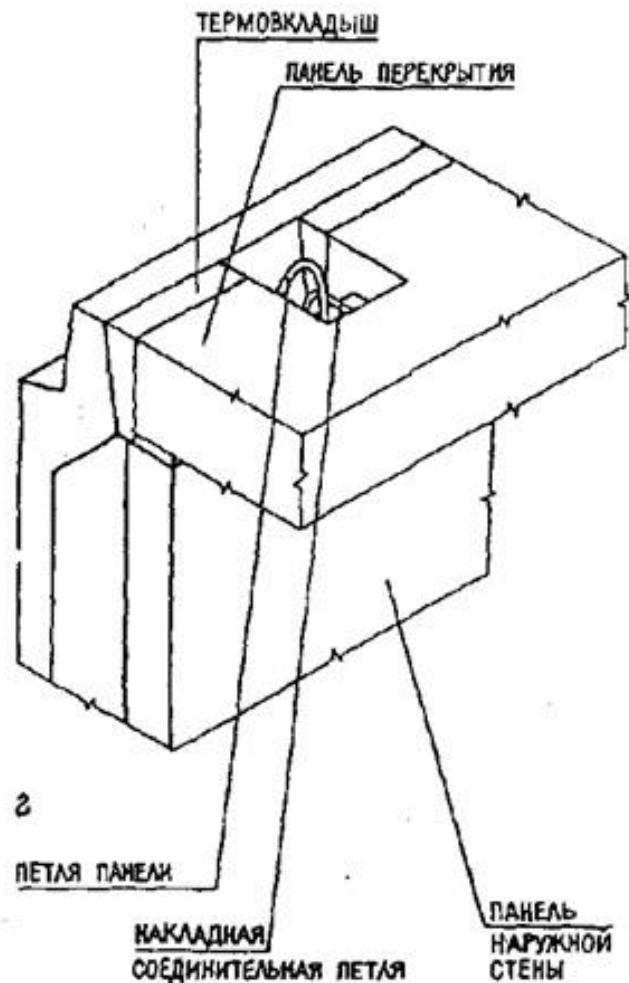
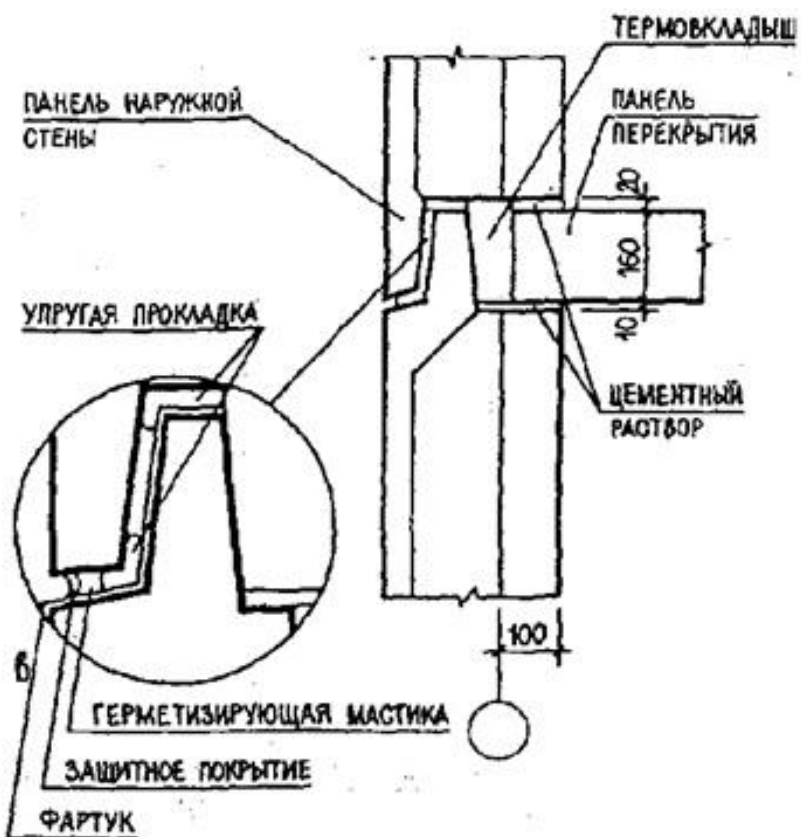


ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СТЫК

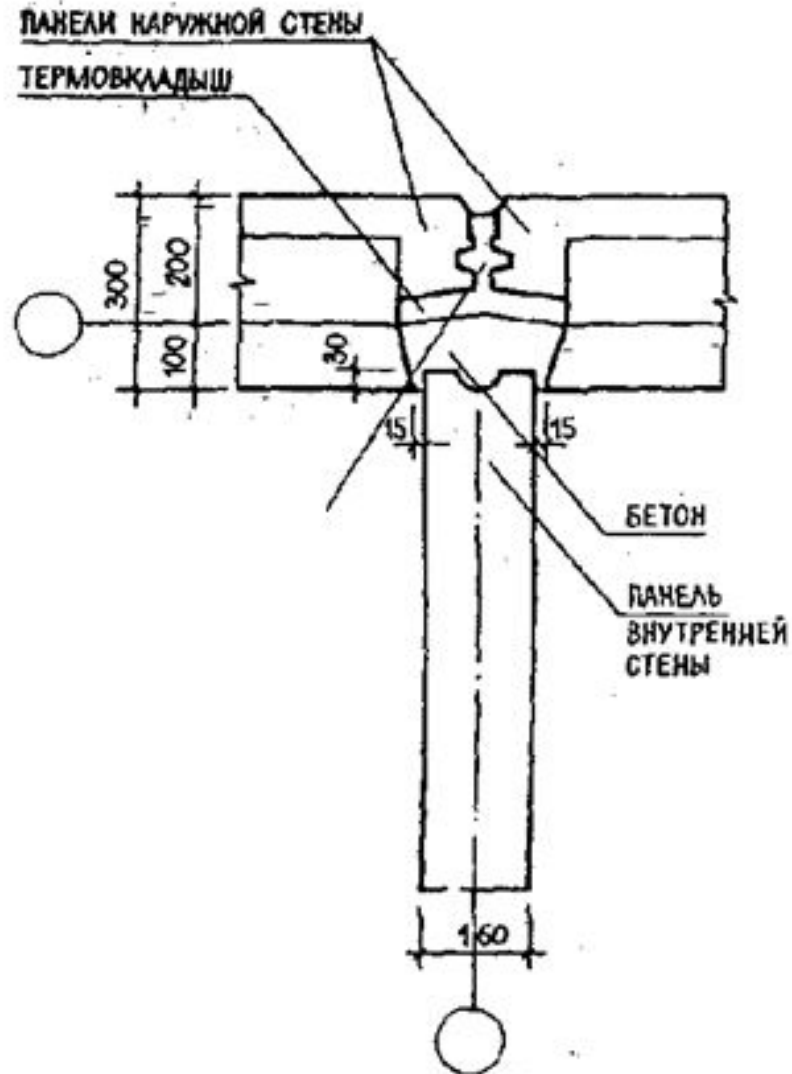


СТЫКИ 3-Х СЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

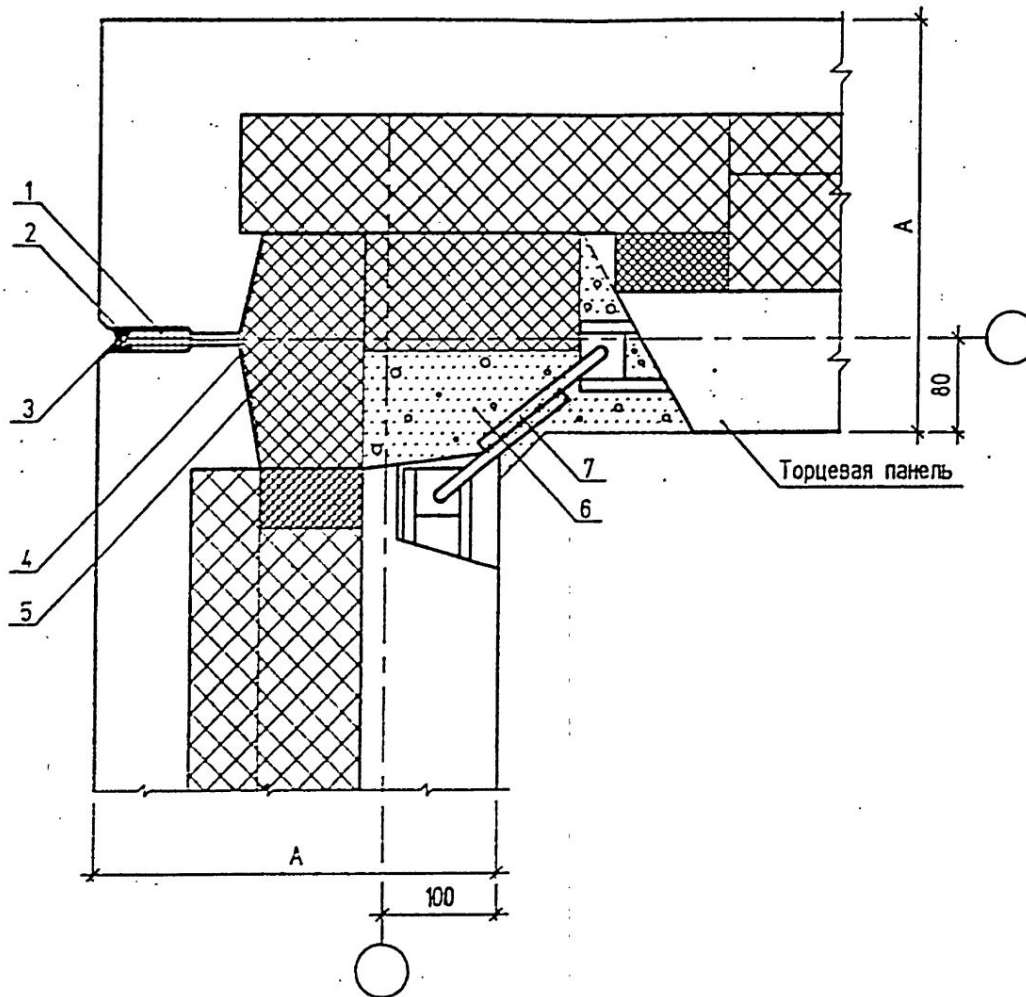
в – горизонтальный стык; г – крепление панели перекрытия к наружной стене



Стык вертикальный (толщина 300мм)

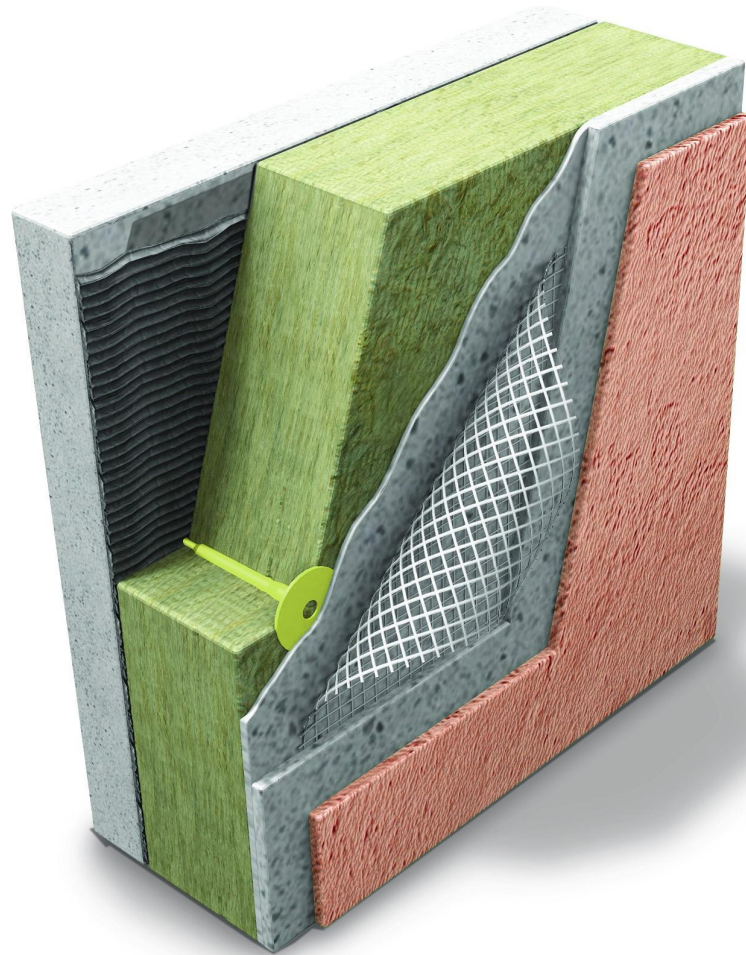


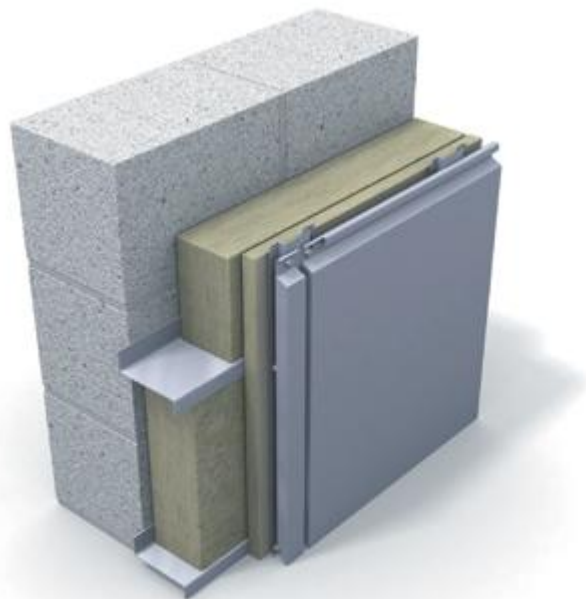
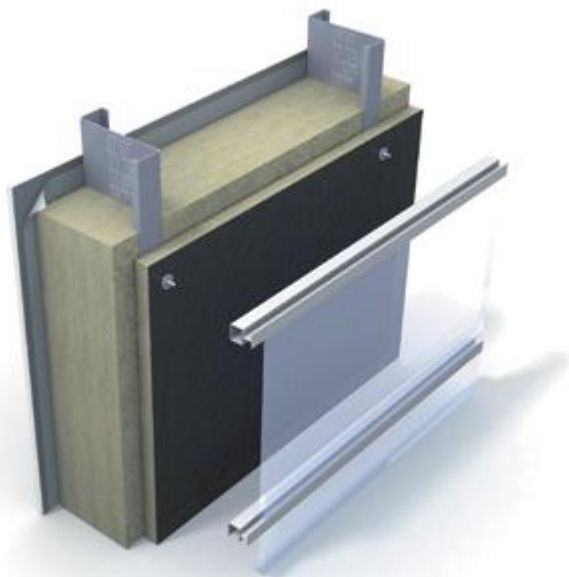
Угловой стык верхний

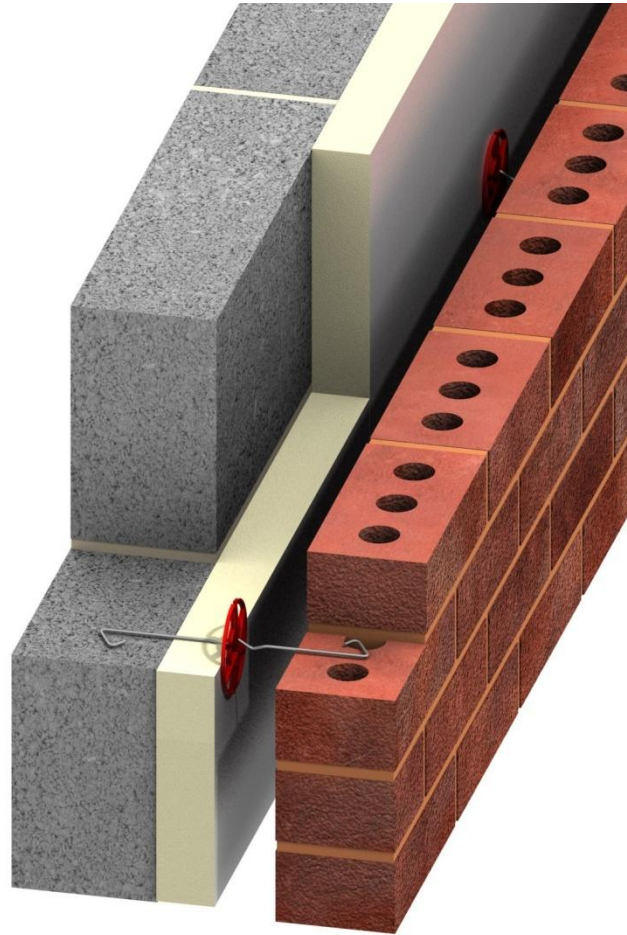


- 1 - Упругая прокладка
- 2 - Нетвердеющая мастика
- 3 - Полимерцементный состав
- 4 - Оклеечная воздухоизоляция
- 5 - Утепляющий пакет
- 6 - Бетон класса не ниже В 75
- 7 - Полускоба диаметром 12 мм из стали класса А-1

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций







Этапы выполнения расчета

- 1. Составить исходные данные для расчета;
- 2. Оценить сопротивление теплопередаче и соответствие нормативным требованиям наружной конструкций стен;

Исходные данные

1. район строительства;
2. расчетная температура наружного воздуха;
3. температура воздуха внутри здания;
4. относительная влажность внутри здания;

Обязательные условия для выполнения теплотехнического расчета наружной ограждающей конструкции

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{ce}$$

$$\tau_{e \min} > t_{\min}$$

Сопротивление теплопередаче наружной стены

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \quad \text{20 /}$$

α_B и α_H - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м² · К)

δ_i - толщина i-го слоя, м

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)

Температура внутренней поверхности стены

$$t_{вн} = t_{в} - \left(\frac{t_{в} - t_{н}}{R_{пр} \alpha_{в}} \right), \text{ } ^{\circ}$$

$\alpha_{в}$ и $\alpha_{н}$ - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м² · К)

δ_i - толщина i-го слоя, м

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)

Температурный перепад между температурой воздуха внутри помещения и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$\Delta t_{np} = t_{в} - t_{вн} < t_{сг}, ^{\circ}$$

$\alpha_{в}$ и $\alpha_{н}$ - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м² · К)

δ_i - толщина i-го слоя, м

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)

Пример №1

Теплотехнический расчет однослойной панели

Исходные данные:

Город Ильичевск - III температурная зона.

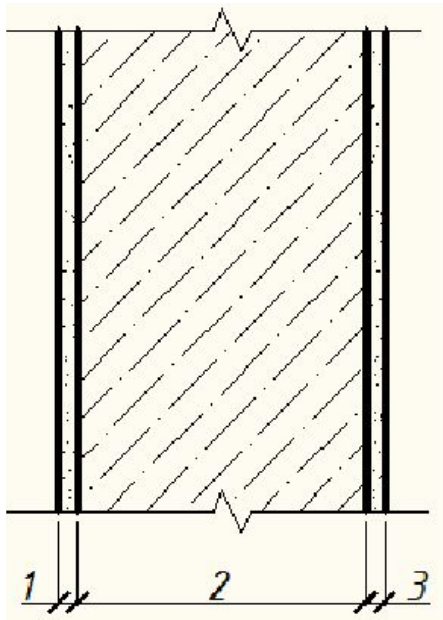
Расчетная схема стены:

1. цементно песчаный раствор, $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$;
2. керамзитобетонная панель, $\rho =1000 \text{ кг/м}^3$;
3. цементно песчаный раствор, $\rho =1800 \text{ кг/м}^3$;

Расчетные параметры:

- расчетная температура наружного воздуха 18° C
- температура внутри помещения 20° C ;
- относительная влажность внутри помещения $\phi=55\%$.

1. Сопротивление теплопередаче наружной стены



№ слоя	Наименование материала	$\delta, м$	$\rho_0, кг / м^3$	$\lambda, Вт / м^{\circ}С$
1	цементно песчаный раствор	0,02	1600	0,81
2	керамзитобетонная панель	0,35	1000	0,41
3	цементно песчаный раствор	0,015	1600	0,81

$$R_{\Sigma np} C = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,35}{0,41} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,055 \quad ^{\circ}С / Вт$$

$$R_{\Sigma np} C = 1,055 < R_{\min} = 2,2 \quad ^{\circ}С / Вт$$

Условие не выполняется =(

Конструкция стены не отвечает нормативным требованиям.

Принимаю плиты из пенополистирола со следующими показателями:

$\rho=25 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,053 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$

Необходимую толщину утеплителя определяю по формуле:

$$\begin{aligned} \delta_{ym} &= \left(R_{\min} - \frac{1}{\alpha_B} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{и}}} - \frac{1}{\alpha} \right) \cdot \lambda_{ym} = \\ &= \left(2,2 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,35}{0,41} - \frac{0,015}{0,81} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,053 = 0,061 \text{ м} \end{aligned}$$

Принимаем толщину утеплителя, кратную $1/10 \text{ м} = 7 \text{ см}$.

$$R_{\Sigma np} C = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{и}}} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,35}{0,41} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{23} + \frac{0,07}{0,053} = 2,38 \quad \text{2}^\circ /$$

$$R_{\Sigma np} C = 2,38 > R_{\min} = 2,2 \quad \text{2}^\circ /$$

Условие выполняется! =)

Температура наружной поверхности ограждающей конструкции

$$\tau_{en} = t_e - \left(\frac{t_e - t_n}{R_{\Sigma np} \alpha_e} \right) = 20 - \left(\frac{20 - (-18)}{2,38 \cdot 8,7} \right) = 18,64 \text{ } ^\circ$$

2. Температурный перепад

$$\Delta t_{np} = t_e - \tau_{en} < t_{cz}, \text{ } ^\circ$$

$$\Delta t_{np} = 20 - 18,64 = 1,36 < t_{cz} = 4 \text{ } ^\circ$$

3. Температура внутренней поверхности должна быть не ниже точки росы.

Так как, расчетная температура внутренней поверхности наружной стены превышает минимально допустимую, возникновение конденсата невозможно.

$t_{in} = 10,7 \text{ } ^\circ$
 $\tau_{en} = 18,64 \text{ } ^\circ \text{C}$